

IV 研究資料

基盤研究1ウ k2：森林水文モニタリング

—竜ノ口山森林理水試験地における2021年の概要—

細田育広（森林水循環担当チーム長）

1. はじめに

長期森林理水試験地（森林総合研究所，2022）は、気候条件や林相に応じた森林流域における水収支の実態解明を目的として設置され現在に至る。瀬戸内海式気候の温暖寡雨地域に位置する竜ノ口山森林理水試験地（以降、竜ノ口山）における水文観測は、第2期森林治水事業（塚本ら編，2012）が開始された1937年に本格的に始まった。2021年の竜ノ口山における観測結果について、研究概要において年単位の概要を述べた。ここでは、月単位の概要について述べる。

2. 方法

北谷（17.3 ha）と南谷（22.6 ha）の二流域で構成される竜ノ口山は、瀬戸内海式気候の岡山平野北東に位置する（34°42′ N, 133°58′ E, 36～257m）。基岩の大部分は古生層であり、北谷主流路右岸から南谷下流部にかけて火成岩類が分布する（細田ら，2019）。近年の竜ノ口山は樹高10～15mほどのコナラ等の広葉樹を主とする二次林で広く覆われ、ヒノキ主体の人工林やササ等が繁茂する草藪地や疎林が部分的に広がる。降水量は山麓の岡山実験林気象観測露場において転倒マス型雨量計により観測し、貯留型雨量計の値で適宜補正した。流出水量は両谷ともに60°Vノッチ式量水堰堤の越流水深を流量換算後時間積分し、流域面積で除して水高値とした。

3. 結果

2021年の降水量と流出水量の月積算値を図1に示す。月降水量が平年（1981-2010年）を上回ったのは1・5・7・8・11月、そのうち1月は60%、8月は198%、11月は91%平年を上回った。月降水量が平年を大きく下回ったのは、3月の-31%、10月の-56%、12月の-35%であり、平年の半分以下となったのは10月のみであった。月流出水量は、7・8月を除いて北谷では平均53%、南谷では平均58%平年を下回った。前年8月以来の平年を下回る傾向は2021年に入ってから継続し、1月から6月までの間に、北谷では-30%から-77%へ、南谷では-36%から-81%へと月流出量の平年差は拡大した。これは、前年8月の降水量が平年の-93%となって以降、寡雨傾向が続く影響による。こうした傾向の中、7月1日から3日にかけては、東海から関東東部で記録的大雨となり、熱海市では土石流が発生した（内閣府，2022）。竜ノ口山でも6月29日から7月13日にかけて梅雨前線によるまとまった降水が観測され、8日には日降水量97mmを記録した。この影響で、7月の月流出水量は北谷で114%、南谷で50%平年を上回った。続く8月は、11日から19日にかけて西日本に停滞した前線の影響で九州北部や広島県南部で線状降水帯による猛烈な雨が観測された（内閣府，2022）。竜ノ口山でも12日から15日にかけて8月平年月降水量の約2倍に達する186mmの降水を記録した。この集中的な降水により8月の流出量は北谷で582%、南谷で400%平年を上回る結果となった。その後、9月19日から27日間0.5mm以上の降水が記録されないなど、9月以降は寡雨傾向を反映して月流出量は平年を下回って経過したが、11月に20mm以上の降水が1-2週間間隔でもたらされて12月には両流域とも1月と同程度の平年比となった。両流域における水流出の差は、前報（細田，2021）でも述べたように主として地質と地形の影響を受けていると考えられ、風化帯が厚く支谷の発達した南谷の方が集中的な降水に対する出水規模、および無降雨時の水流出の低下の双方が抑制的であり、平準化傾向がより強く表れたと考えられる。

引用文献

- 細田ら（2019）森林総合研究所研究報告，18（1），111-128.
 細田（2021）森林総合研究所関西支所年報，62，43.
 内閣府（2022）令和4年版防災白書，2-9.
 塚本ら編（2012）治山事業百年史．日本治山治水協会，46-51.
 森林総合研究所（2022）"森林理水試験地データベース"，<<https://www2.ffpri.go.jp/labs/fwdb/>>，（参照2022-10-03）．

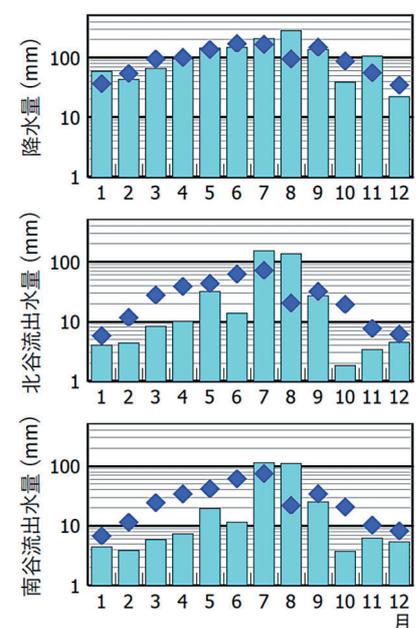


図1 2021年の月積算値。
◆：平年値（1981-2010年）

基盤課題1ウ k1：森林における降水と溪流水質のモニタリング

岡本 透（森林環境研究グループ長）

1. はじめに

京阪神地域では都市域に近接して森林が分布している。そのため、都市域から排出された相当量の環境負荷物質が、降雨を介して森林に流入していると考えられる。高濃度の環境負荷物質の流入が定常的に続いた場合、森林生態系内の物質循環プロセスに影響が生じ、森林から流出する溪流水の水質に影響を与える可能性がある。そこで本報告では、京阪神地域の都市近郊林における林外雨と溪流水の主要溶存成分のモニタリング調査を行い、その化学特性の変化を明らかにすることを目的とした。

2. 試験地の概要と観測の方法

林外雨と溪流水のモニタリングは近畿中国森林管理局京都大阪森林管理事務所管内北谷国有林内の山城水文試験地（京都府木津川市、34° 47'N、135° 50'E）で行った。流域面積は1.6ha、標高は180～255mである。地質は花崗岩で、土砂流亡がかつて頻発したことを反映し、土壌は未熟土および未熟な褐色森林土である。植生はコナラやソヨゴを優占種とする広葉樹林であるが、ナラ枯れが進行し、倒木が増加している。試験地には、森林の内外における大気フラックスを測定するための観測タワーが設置されている。林外雨は観測タワー上部に設置した直径21cmのポリロートで受け、10ℓポリタンクに貯留し採取した。溪流水は、源頭部付近で常時流水のある地点に定点を設けて採水した。林外雨と溪流水の採取は月1～2回程度の頻度で行った。採取した林外雨、溪流水サンプルは実験室に持ち帰り、pHはガラス電極法、電気伝導度（EC）は白金電極法で測定した。溶存成分濃度は孔径0.45 μmのメンブランフィルターでろ過した後、イオンクロマト法、ICP発光分光分析法で測定した。HCO₃⁻濃度は中和適定法、溶存有機炭素濃度は乾式燃焼法を用いて測定した。

3. 2020年の観測結果

山城水文試験地の2020年の年降水量は、日本への台風の上陸数が0個だったものの、1,982.7mmで例年より多かった。梅雨前線の活動が活発となった6月中旬から7月下旬にかけての降水量が例年よりもかなり多かったことによるものである。林外雨のpHは4.20～4.99、ECは0.58～13.74 mS m⁻¹の範囲で変動していた（図1）。pHとECの加重平均値は4.70、1.50 mS m⁻¹であった。各溶存成分濃度の平均値は、Na⁺が0.86 mg L⁻¹、NO₃⁻が3.53 mg L⁻¹、SO₄²⁻が1.46 mg L⁻¹であった。降水による各溶存成分の流入量は、Na⁺が4.6 mg m⁻²、NO₃⁻が2,449.6 mg m⁻²、SO₄²⁻が1,623.0 mg m⁻²であった。

一方、溪流水については、pHとECの平均値と範囲はそれぞれ7.07（6.91～7.24）と6.45（5.61～7.40）mS m⁻¹であった。陽イオンでは、Na⁺とCa²⁺の濃度が比較的高く、平均値はそれぞれ8.27（6.46～9.47）、2.56（2.34～2.82）mg L⁻¹であった。陰イオンでは、SO₄²⁻濃度が最も高く、平均値は7.06（6.05～7.94）mg L⁻¹であった。Cl⁻とNO₃⁻の濃度も比較的高く、平均値と範囲はそれぞれ4.49（3.50～5.63）、4.63（2.59～5.64）mg L⁻¹であった。Siの平均値と範囲は8.60（7.55～9.46）mg L⁻¹であった。溪流水のpH、EC、Cl⁻、NO₃⁻、Si濃度を図2に示した。pH、EC、Cl⁻、Si濃度は同調して変化しているが、NO₃⁻はそれらとは異なる変化の仕方をしていった。溪流水からの各溶存成分の流出量はNa⁺は3,020.7 mg m⁻²、NO₃⁻は7,557.4 mg m⁻²、SO₄²⁻は3,085.6 mg m⁻²であった。

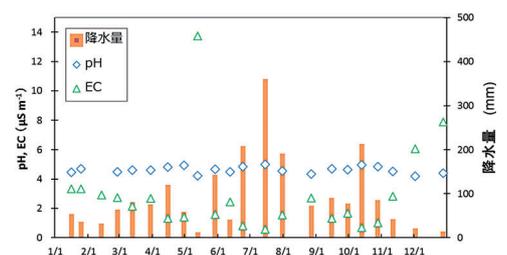


図1 林外雨のpH、EC、降水量（2020年1月～2020年12月）

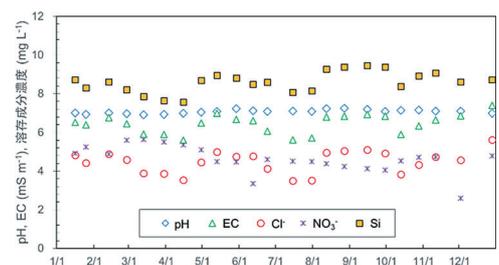


図2 溪流水のpH、EC、Cl⁻、NO₃⁻、Si（2020年1月～2020年12月）

基盤課題 2 ア k1：収穫試験地における森林成長データの収集

遠藤スギその他択伐用材林作業収穫試験地（岡山県鏡野町）定期調査報告

田中邦宏・齋藤和彦・平野悠一郎・田中真哉・家原敏郎（森林資源管理研究グループ）

1. 試験地の概要

遠藤スギその他択伐用材林作業収穫試験地は、岡山県と鳥取県が接する内陸型気候地域に位置する。

同地域における天然林スギ択伐林において、間伐量および成長量を調査する目的で、1937（昭和12）年7月に設定された。設定時の林齢は100年生で、2021（令和3）年の時点において184年生の林分である。試験地における施業と調査の来歴を表1に示す。試験地は近畿中国森林管理局岡山森林管理署管内、上斎原国有林39林班ろ小班に所在し、ヒノキと広葉樹が混交したスギ天然複層林である。調査区の面積は無施業区0.28ha、択伐区0.35haである。

表1 施業と調査の来歴

年月	上層木の 林齢（年）	施業と調査
1937（昭和12）年 07 月	100	毎木調査と択伐。1分地を無施業区、第2分地を択伐区とする収穫試験地を設定した。
1942（昭和17）年 07 月	105	毎木調査
1947（昭和22）年 09 月	110	毎木調査
1953（昭和28）年 08 月	116	毎木調査
1958（昭和33）年 11 月	121	毎木調査と択伐
1969（昭和44）年 11 月	132	毎木調査
1979（昭和54）年 11 月	142	毎木調査と択伐
1989（平成1）年 11 月	152	毎木調査
1994（平成6）年 10 月	157	毎木調査
2000（平成12）年 09 月	163	台風26号による被害
2004（平成16）年 09 月	167	毎木調査
2010（平成22）年 12 月	173	毎木調査
2011（平成23）年 09 月	174	毎木調査
2015（平成27）年 09 月	178	試験区再設定と毎木調査
2021（令和3）年 09 月	184	毎木調査

2. 調査方法

胸高直径7.0cm以上の立木を対象として、胸高直径を直径巻尺によって0.1cm単位で、樹高および生枝下高をVertex IIIおよびIV（Haglof社製）によって0.1m単位で測定した。また、針葉樹については寺崎式樹型級区分を樹高測定位置および根元からの目視により判定した。

3. 2021年の調査結果

無施業区と択伐区の胸高直径と樹高を表2に示した。各試験区の平均胸高直径はいずれの樹種グループにおいても択伐区に対して無施業区で1.5～1.7倍と大きかった。特に無施業区のスギの最大胸高直径は120cmを超える一方で、択伐区のスギの最大胸高直径は82cmにとどまっていた。標準偏差は無施業区でわずかに大きかった。

平均樹高について見ると、いずれの樹種グループにおいても無施業区の方が約4～8m高い。無施業区ではスギが26.2m、ヒノキが23.0mなのに対して択伐区ではスギが18.5m、ヒノキが14.5mと無施業区が択伐区を上回っている。また、標準偏差は無施業区でわずかに大きかった。

1ha当たりの本数密度、胸高断面積合計および幹材積合計は表3に示したとおりである。択伐区に対する無施業区の本数密度は、スギで約0.8倍、ヒノキで約0.3倍、広葉樹で0.4倍と大きく下回っていた。しかし、表2に示したように、いずれの樹種グループにおいても無施業区の平均胸高直径及び樹高が択伐区よりも大きかったため、択伐区に対する無施業区の幹材積の割合はスギで1.7倍、ヒノキで0.8倍、広葉樹で1.2倍であった。

これらの理由として、無施業区では択伐が行われなかったために優占樹種であるスギの大径木が残存し、林分全体としては本数密度が低い一方で高い胸高断面積合計および幹材積合計を示したと考えられる。一方、択伐区では大きな個体が択伐されたのに加えて台風被害を受けたため、大径木の優占度合いが低くなり、ギャップ更新がなされたため、本数密度は高いものの胸高断面積合計および幹材積合計は小さい値を示していると考えられる。

表2 残存木の胸高直径および樹高の比較

試験区と 樹種	胸高直径 (cm)			樹高 (m)				
	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大
無施業区 ⁽¹⁾								
スギ	49.6	24.6	12.6	126.0	26.2	9.8	6.5	39.8
ヒノキ	42.3	19.8	9.6	67.5	23.0	10.1	5.4	32.9
広葉樹	28.3	15.4	7.0	60.7	15.1	6.2	6.5	25.1
すべて	42.2	23.4	7.0	126.0	22.5	10.1	5.4	39.8
択伐区 ⁽²⁾								
スギ	33.4	21.0	7.1	82.0	18.5	9.2	3.9	39.2
ヒノキ	28.1	18.4	8.5	75.3	14.5	8.3	4.2	32.5
広葉樹	16.3	11.2	7.1	50.4	10.8	4.8	4.6	26.9
すべて	25.7	18.8	7.1	82.0	14.6	8.3	3.9	39.2

(1) 無施業区 (0.28ha)

(2) 択伐区 (0.35ha)

表3 残存木の本数密度・胸高断面積合計および幹材積合計

試験区と 樹種	本数 密度 (本/ha)	胸高 断面積 合計 (m ² /ha)	幹材積 合計 (m ³ /ha)
無施業区 (0.28ha)			
スギ	166	38.4	480.3
ヒノキ	43	7.2	96.1
広葉樹	89	6.9	54.5
すべて	297	52.6	630.9
択伐区 (0.35ha)			
スギ	211	25.8	284.6
ヒノキ	131	11.6	124.7
広葉樹	203	6.4	44.6
すべて	546	43.8	454.0